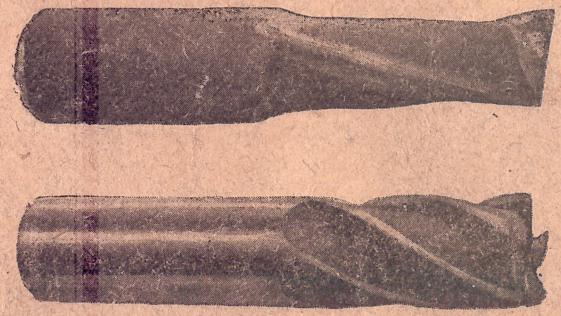
МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
Трест «Союзтвердосплав»

СПЕЦИАЛЬНОЕ ПРОИЗВОДСТВЕННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО

«ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

# ЦЕЛЬНОТВЕРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ и ШПОНОЧНЫЕ ФРЕЗЫ

(РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ И ПРИМЕНЕНИЮ)



Москва

6-я тип., Рига, 1969 г. Зак. 1594-а. 1000. Л-80333.

МИНИСТЕРСТВО ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР
Трест «Союзтвердосплав»

СПЕЦИАЛЬНОЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ БЮРО
«ОРГПРИМТВЕРДОСПЛАВ»

# ЦЕЛЬНОТВЕРДОСПЛАВНЫЕ КОНЦЕВЫЕ и ШПОНОЧНЫЕ ФРЕЗЫ

(Рекомендации по изготовлению и применению)

Москва — 1970

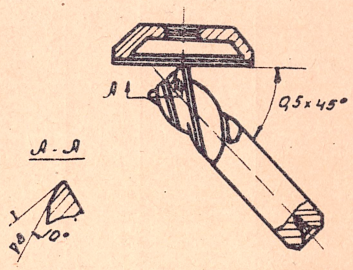
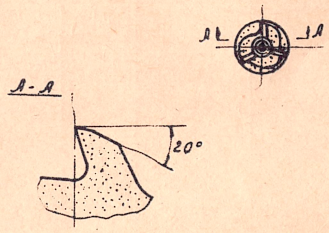
Составители: *Александров П. Д.,*
*Вуйцик Г. Л.,*
*Гущина Н. К.*

Под редакцией *Левина Б. З.*

Настоящий материал содержит рекомендации по конструированию, технологии изготовления и применению цельнотвердосплавных концевых и шпоночных фрез.

При составлении материала использованы работы, проведенные ВНИИТСом, НИАТом и другими организациями.

| Инструмент | | | Режим | | | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Подача | | |
| режущий | вспомогательный | мерительный | скорость детали, *м/мин* | скорость круга, *м/сек* | глубина резания, *мм* | продольная, *м/мин* | поперечная, *мм (дв. ход)* | |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Алмазный круг АЧК 75×3×3×20 АС8—АС10 100% Б | Цанговый патрон | Микроскоп | Ручная | 23 | — | Ручная | | — |
| Алмазный круг АЧК 75×3×3×20 АС8—АС10 Б | Цанговый патрон, специальная малогабаритная заточная головка | Угломер | Ручная | 23 | — | 2—3 | 0,02—0,03 | — |

| № операции | Наименование операции и переход | ЭСКИЗ ОБРАБОТКИ | Станок |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| IX | Заточная<br>Заточить фаску 0,5×45° |  | Универсально-заточной 3А64Д |
| X | Заточная<br>Заточить вспомогательный задний угол по торцу |  | Универсально-заточной 3А64Д |



Фрезы концевые и шпоночные являются одним из самых распространенных инструментов в металлобрабатывающей промышленности. Концевые фрезы широко применяют для обработки контурных выемок, уступов, взаимно перпендикулярных плоскостей и других поверхностей, потому что такие фрезы после первой же переточки теряют размер по цилиндру и не могут быть использованы в дальнейшем для точных пазов (рис. 1, 2).

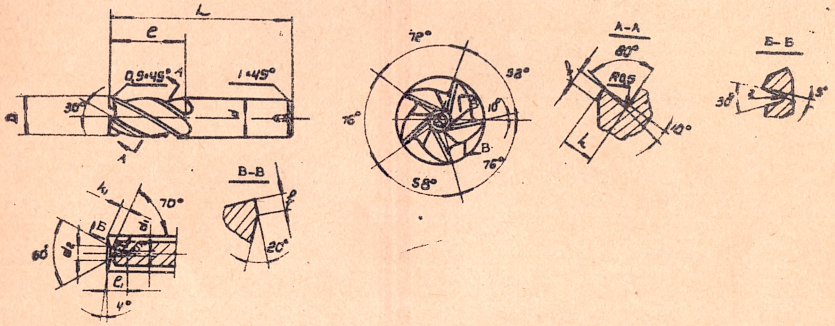


*Рис. 1.* Заготовки концевых фрез

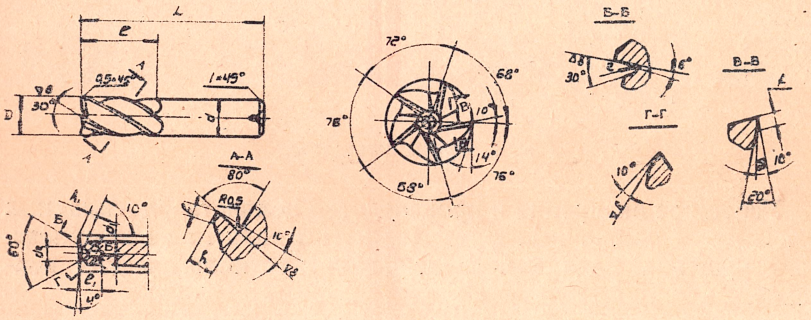


*Рис. 2.* Концевые фрезы

Шпоночные фрезы (рис. 3, 4) применяют для изготовления шпоночных и других точных пазов, они снабжены массивными торцевыми зубьями, которые перетачивают после износа. Благодаря этому размер цилиндрической части шпоночной фрезы почти не изменяется. Особенность работы шпоночной фрезы заключается в том, что она фрезерует шпоночную канавку за несколько проходов при перемещении как в одну, так и в другую сторону.

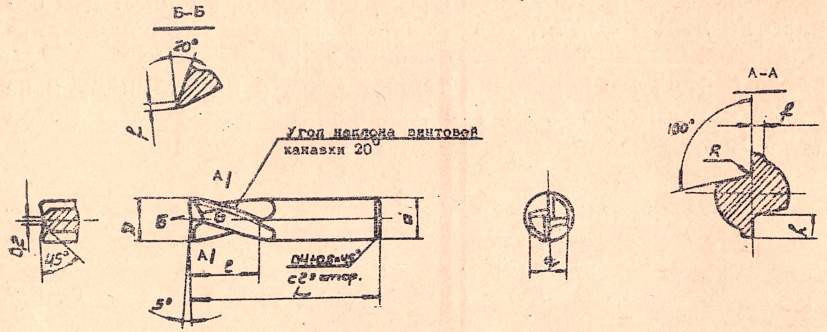



*Рис. 3.* Заготовки шпоночных фрез

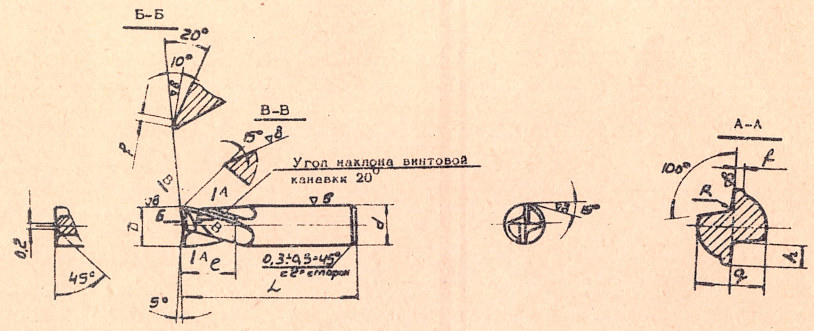


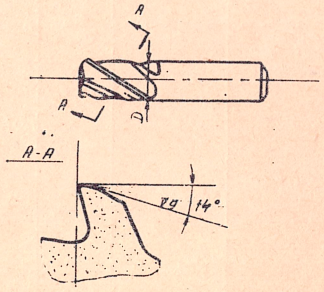
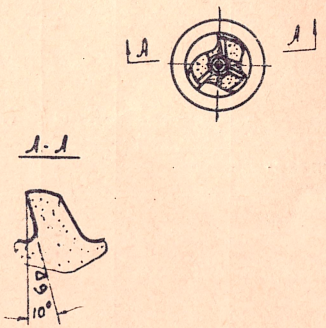
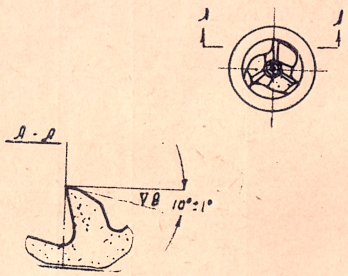

*Рис. 4.* Фрезы шпоночные

Успешное внедрение в производство цельнотвердосплавных концевых и шпоночных фрез во многом зависит от комплексного решения ряда конструкторских и технологических вопросов.

При разработке конструкции цельнотвердосплавных фрез необходимо сделать правильный выбор заготовки и согласовать



| Инструмент | | | Режим | | | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Подача | | |
| режущий | вспомогательный | мерительный | скорость детали, *м/мин* | скорость круга, *м/сек* | глубина резания, *мм* | продольная, *м/мин* | поперечная, *мм (дв. ход)* | |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Алмазный круг АЧК 75×3×3×20 АС8—АС10, 100—150% Б | Полуцентр, упорка | Микроскоп | Ручная | 23 | — | 2—3 | 0,02—0,03 | Охлаждение |
| Алмазный круг А1Т125×2×3×32 АС8—АС6 100—150% Б | Специальная малогабаритная заточная головка, цанговый патрон | Микроскоп | Ручная | 26 | — | 2—3 | 0,02—0,03 | — |
| Алмазный круг АЧК 75×3×3×20 АС8—АС6 100—150% Б | Цанговый патрон, специальная малогабаритная заточная головка | Микроскоп | Ручная | 23 | — | 2—3 | 0,02—0,03 | — |

| № операции | Наименование операции и переход | ЭСКИЗ ОБРАБОТКИ | Станок |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| VI | **Заточная**<br>Заточить заднюю поверхность зуба по диаметру |  | Универсально-заточной 3А64Д |
| VII | **Заточная**<br>Заточить передний угол торца |  | Универсально-заточной 3А64Д |
| VIII | **Заточная**<br>Заточить задний угол торца |  | Универсально-заточной 3А64Д |



ее с технологическими возможностями инструментальных цехов, где будет окончательно изготовлен проектируемый инструмент.

Конструкция инструмента должна быть технологична в изготовлении и по возможности укладываться в типоразмер существующих заготовок для цельнотвердосплавных фрез. Это предотвратит расширение номенклатуры заготовок цельнотвердосплавного инструмента.

Концевые и шпоночные цельнотвердосплавные фрезы изготовляют; вышлифованием алмазными кругами из спеченных стержней, из заготовок, полученных методом мундштучного прессования и из спеченных заготовок, полученных обработкой пластифицированных заготовок.

Из всех испытанных марок твердых сплавов наилучшие результаты при фрезеровании показали марки группы ВК (ВК6М, ВК8, ВК10М, ВК15М).

Концевые фрезы применяют как цельнотвердосплавыми, так и с напайными хвостовиками из конструкционных сталей.

У шпоночных фрез для обеспечения жесткости длина рабочей части составляет 1,8—2,7, а толщина сердцевины 0,35—0,4 от диаметра фрезы. Угол наклона винтовых зубьев — 20°. Для лучшего врезания в металл и предохранения шпоночной фрезы от увода в сторону от оси торец снабжен поднутрением под углом 5°. Для уменьшения трения от цилиндрической поверхности снимается спинка каждого пера на глубину 0,3—1 *мм* в зависимости от диаметра фрезы.

Для концевых фрез рекомендуется увеличивать угол наклона зубьев (25—30°) и уменьшать их число, увеличивать объем стружечных канавок и применять криволинейную форму зубьев.

Кроме того, рекомендуется назначать величину окружного шага зубьев фрезы неравномерной (табл. 1), что устраняет вибрации, возникающие в процессе фрезерования.

*Таблица 1*

| Число зубьев | Углы, соответствующие шагу, *град* | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\varphi_1$ | $\varphi_2$ | $\varphi_3$ | $\varphi_4$ | $\varphi_5$ | $\varphi_6$ |
| 3 | 110 | 123 | 127 | — | — | — |
| 4 | 90 | 85 | 90 | 95 | — | — |
| 5 | 58 | 72 | 76 | 68 | 76 | — |
| 6 | 57 | 63 | 57 | 63 | 57 | 63 |

Отличительной конструктивной особенностью является возможность и целесообразность применения концевых цельнотвердосплавных фрез без торцовых зубьев в тех случаях, когда концевые фрезы не применяют для работы на «врезание».

Исследования, проведенные ВНИИТСом, показали целесообразность изготовления цельнотвердосплавных концевых фрез без торцовых зубьев, но с увеличенным вспомогательным углом в плане $\varphi_1 = 8°$.

По тем же данным оптимальная геометрия режущей части цельнотвердосплавных концевых фрез диаметром от 5 до 12 *мм* для обработки сталей ЭИ654, ЭИ257 и сплава ЭИ437Б следующая: задний угол в осевом сечении $\alpha = 20°$, передний угол в нормальном сечении $\gamma = +5°$ и угол наклона зубьев $\omega = 20 \div 25°$.

Оптимальной маркой твердого сплава для обработки указанных материалов является сплав ВК10М. Сплавы ВК8, ВК6М и особенно Т5К10 значительно уступают ему по стойкости на любой скорости резания.

При обработке труднообрабатываемых сталей и сплавов наиболее эффективны фрезы с числом зубьев $z = 5$.

Рациональными режимами резания при фрезеровании сталей ЭИ654, ЭИ257 и сплава ЭИ437Б являются:

скорость $V = 35 — 45$ *м/мин* и подача на зуб $S_z = (0{,}002 — 0{,}0025)$ *Д* фрезы.

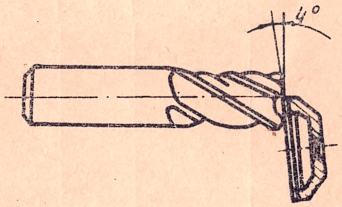
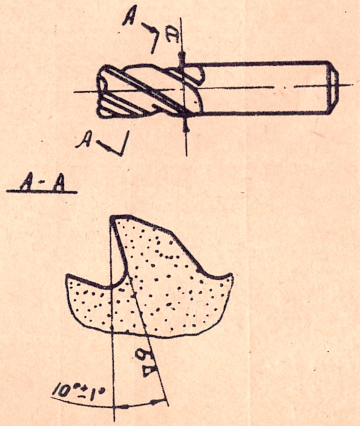
При обработке сталей 2Х13 и ЭИ474 концевые фрезы из сплава ВК10М (при $V = 33$ *м/мин*, $S_z = 0{,}03$ *мм/зуб*) по стойкости в 10 раз выше фрез из стали Р18.

Концевые и шпоночные цельнотвердосплавные фрезы, внедренные на ряде предприятий, показали, что при обработке сталей Х18Н9Т, 30Х10Г10, 40ХНВА, сплавов ЭИ437Б, АЛС и других материалов их стойкость до 25 раз превышает стойкость аналогичных фрез из стали Р18 при одновременном увеличении производительности труда до 2—3 раз.

Опыт внедрения показывает, что особенно целесообразно применять данные фрезы для обработки труднообрабатываемых сталей, сплавов и различных высокоабразивных материалов.



| Инструмент | | | Режим | | | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Подача | | |
| режущий | вспомогательный | измерительный | скорость детали, *м/мин* | скорость круга, *м/сек* | глубина резания, *мм* | продольная, *м/мин* | поперечная, *мм (дв. ход)* | |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Алмазный круг АЧК 75×3×3×20 АС8—АС6 100% Б | Цанговый патрон | Микроскоп | 23 | 25 | — | Ручная | | — |
| Алмазный круг АЗТ75×3×1,5×20 АС5—АСМ28 100% Б | Центр с твердосплавным наконечником | Универсальный микроскоп | Ручная | 30 | 0,01 | 0,5—1,0 | 0,01—0,03 | Охлаждение |

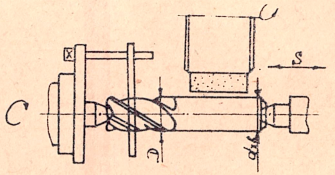
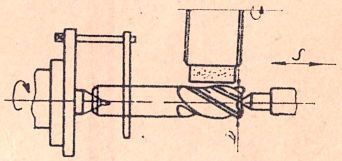
| № операции | Наименование операции и переход | ЭСКИЗ ОБРАБОТКИ | Станок |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| IV | Шлифовальная<br>Шлифовать торец для ф 10—12 *мм* |  | Универсально-заточной станок ЗА64Д |
| V | Заточная<br>Заточить переднюю поверхность зуба по диаметру |  | Универсально-заточной ЗА64Д |



# ТИПОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ КОНЦЕВЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ФРЕЗ

## ТИПОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ

диаметром

| № операции | Наименование операции и переход | ЭСКИЗ ОБРАБОТКИ | Станок |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| I | Шлифовальная<br>Зачистить центра от корракса с двух сторон | | Сверлильный 2118 |
| II | Шлифовальная<br>Шлифовать хвостовую часть |  | Круглошлифовальный 310П, 3А12 |
| III | Шлифовальная<br>Шлифовать рабочую часть по диаметру |  | Круглошлифовальный 310П, 3А12 |



## КОНЦЕВЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ФРЕЗ

от 5 до 12 *мм*

| Инструмент | | | Режим | | | | | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | Подача | | |
| режущий | вспомогательный | мерительный | скорость детали, *м/мин* | скорость круга, *м/сек* | глубина резания, *мм* | продольная, *м/мин* | поперечная, *мм (дв. ход)* | |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| Алмазная паста АС18, конус чугунный СЧ 18——32—60° | — | — | — | — | — | Ручная | | — |
| Алмазный круг АПП 200×10×3×32 АС12——АС10 100% Б1—Б2 | — | Микрометр | 25—30 | 28 | 0,01 | 1—1,5 | 0,01 | — |
| Алмазный круг АПП 200×10×3×32 АС12——АС10 100% Б1—Б2 | Центра с твердосплавным наконечником | Калибр-пробка | 25—30 | 28 | 0,01 | 1—1,5 | 0,01 | Охлаждение |